

(12) NACH DEM VERTRAG ÜBER DIE INTERNATIONALE ZUSAMMENARBEIT AUF DEM GEBIET DES
PATENTWESENS (PCT) VERÖFFENTLICHTE INTERNATIONALE ANMELDUNG

(19) Weltorganisation für geistiges Eigentum
Internationales Büro



(43) Internationales Veröffentlichungsdatum
3. April 2003 (03.04.2003)

PCT

(10) Internationale Veröffentlichungsnummer
WO 03/028325 A2

(51) Internationale Patentklassifikation⁷: **H04L 25/03**

(21) Internationales Aktenzeichen: PCT/DE02/03024

(22) Internationales Anmeldedatum: 19. August 2002 (19.08.2002)

(25) Einreichungssprache: Deutsch

(26) Veröffentlichungssprache: Deutsch

(30) Angaben zur Priorität:
101 42 102.8 30. August 2001 (30.08.2001) DE

(71) Anmelder (für alle Bestimmungsstaaten mit Ausnahme von US): **SCHLEIFRING UND APPARATEBAU GMBH** [DE/DE]; Am Hardlanger 10, 82256 Fürstenfeldbruck (DE).

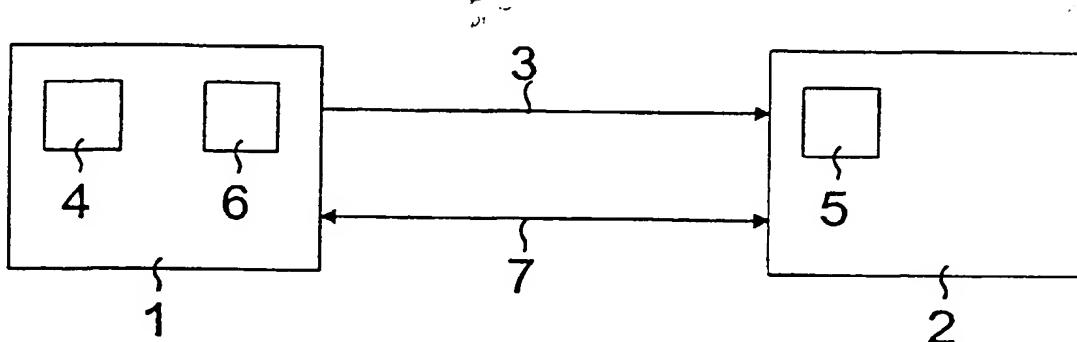
(72) Erfinder; und

(75) Erfinder/Anmelder (nur für US): **LOHR, Georg** [DE/DE]; Allinger Strasse 75, 82223 Eichenau (DE). **SCHILLING, Harry** [DE/DE]; Kostergarten 15A, 85072 Eichstätt (DE).

(74) Anwalt: **LOHR, Georg**; Münich & Kollegen, Wilhelm-Mayr-Strasse 11, 80689 München (DE).

(54) Title: DEVICE FOR LOW-NOISE SIGNAL TRANSMISSION

(54) Bezeichnung: VORRICHTUNG ZUR STÖRARMEN SIGNALÜBERTRAGUNG



WO 03/028325 A2

(57) Abstract: The invention relates to a device for the transmission of digital signals between at least two components arranged such as to move relative to each other. By linking the operating signal with random signals, the spectral power density of the signal is reduced for the same transmission power.

(57) Zusammenfassung: Die Erfindung betrifft eine Vorrichtung zur Übertragung digitaler Signale zwischen mindestens zwei gegeneinander beweglich angeordneten Komponenten. Durch eine Verknüpfung der Nutzsignale mit Zufallssignalen wird die spektrale Leistungsdichte des Signals bei gleicher Sendeleistung verringert.

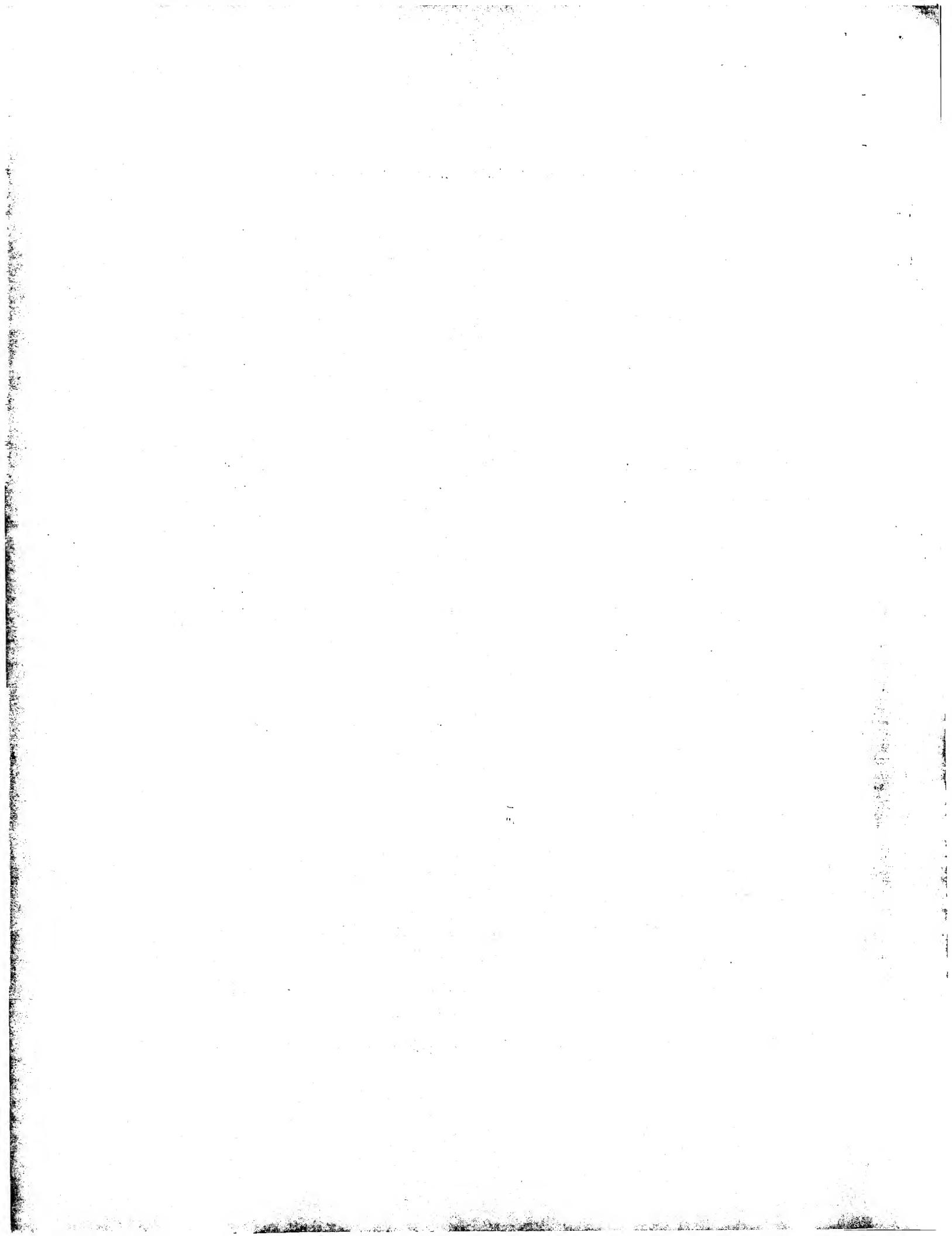
(81) Bestimmungsstaaten (national): AE, AG, AL, AM, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BR, BY, BZ, CA, CH, CN, CO, CR, CU, CZ, DK, DM, DZ, EE, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, HR, HU, ID, IL, IN, IS, JP, KE, KG, KP, KR, KZ, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LV, MA, MD, MG, MK, MN, MW, MX, MZ, NO, NZ, PL, PT, RO, RU, SD, SE, SG, SI, SK, SL, TJ, TM, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VN, YU, ZA, ZW.

(84) Bestimmungsstaaten (regional): ARIPO-Patent (GH, GM, KE, LS, MW, MZ, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), eurasisches Patent (AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, RU, TJ, TM), europäisches Patent (AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, IE, IT, LU, MC, NL, PT, SE, SK, TR), OAPI-Patent (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

Veröffentlicht:

— ohne internationalen Recherchenbericht und erneut zu veröffentlichen nach Erhalt des Berichts

Zur Erklärung der Zweibuchstaben-Codes und der anderen Abkürzungen wird auf die Erklärungen ("Guidance Notes on Codes and Abbreviations") am Anfang jeder regulären Ausgabe der PCT-Gazette verwiesen.



Vorrichtung zur störarmen Signalübertragung**Technisches Gebiet**

Die Erfindung bezieht sich auf Übertragungssysteme zur Übertragung digitaler Daten.

Die Anwendungsfelder digitaler Datenstrecken wachsen kontinuierlich. Digitale Signalübertragungen bieten in den meisten Anwendungsfällen eine wesentliche Verbesserung gegenüber analogen Übertragungsstrecken. Die Kosten für Hochgeschwindigkeitsdatenkanäle sinken mit der Entwicklung neuer Übertragungstechnologien. Die Übertragungskanalbandbreite ist inzwischen sehr preiswert geworden. So ist meist das Multiplexen mehrerer Übertragungswege in einen einzigen Hochgeschwindigkeitskanal die kostengünstigste Lösung. Dies ist insbesondere bei Hochgeschwindigkeits-Übertragungssystemen der Fall, bei denen zwischen zwei gegeneinander beweglichen insbesondere drehbaren Einheiten auf kurze Distanz Daten übertragen werden.

Stand der Technik

Ein besonders wichtiger Aspekt bei der Anwendung von Hochgeschwindigkeitsdatenstrecken, aber auch bei jedem anderen Gerät, ist die elektromagnetische Verträglichkeit. Elektromagnetische Emissionen sind besonders kritisch bei kabelgebundenen Übertragungsstrecken und Einrichtungen zur Übertragung von Signalen zwischen gegeneinander beweglichen Einheiten.

Aber auch Sender/Empfänger und Repeater von glasfaserverbasierenden Übertragungsstrecken können elektromagnetische Felder aussenden.

Zur Minimierung der Störaussendung sind verschiedene Verfahren bekannt. Diese liegen in den Bereichen Schirmung, Taktmodulation und Kodierung. Die Schirmmaßnahmen sind meistens mit hohem Materialaufwand und mechanischem Aufwand verbunden. Daher sind diese die teuersten Maßnahmen. Maßnahmen zur Taktmodulation können im Schmalbandbereich eine Aufweitung des übertragenen Signalspektrums und damit eine Reduzierung der Signalamplituden einzelner spektraler Linien bewirken. Besonders breitbandig und damit besonders wirkungsvoll sind die Auswirkungen einer effizienten Signalkodierung.

Werden die Daten ohne jegliche Kodierung übertragen, so können Bit-Kombinationen entstehen, welche einzelne diskrete Spektrallinien sehr hoher Leistung erzeugen. Der ungünstigste Fall ist hier eine Bitfolge 1 0 1 0. Diese erzeugt das bekannte Rechteckspektrum mit der Grundwelle der übertragenen Frequenz, die der halben Bit-Rate entspricht und deren ungeradzahligen Vielfachen. Hier besitzt die Grundwelle die höchste Amplitude. Um die Störenmissionen wesentlich zu verbessern, werden von den Standardchipsätzen zur seriellen Datenübertragung die Daten häufig kodiert. Gängige Kodierungsarten sind die 4B/5B bzw. 8B/10B Kodierungen. Diese sind beispielsweise in dem CYPRESS-Datenblatt CY7C9689A Hrsg. Cypress Semiconductor Corporation, San Jose, USA, 11. Juni 2001 beschrieben. Weiterhin sind auch die in der deutschen

Offenlegungsschrift DE 197 58 256.7 offenbarten Gegenstände Bestandteile dieser Patentanmeldung.

Bei der 4B/5B Kodierung wird beispielsweise ein 4-Bit-Wort in ein 5-Bit-Wort umkodiert. Dies ergibt zusätzlich Redundanz und zudem die Möglichkeit, bessere Bitmuster mit wechselnden Bitsequenzen zu kodieren. Noch besser ist der Fall hier bei einer 8B/10B Kodierung. Eine derartige Kodierung bringt eine deutliche Verbesserung, so wurden in Versuchen Ergebnisse von 6 dB gemessen.

Diese hier beschriebenen Kodierungsverfahren sind meist in Standard-Sendern bzw. Empfängern fest integriert. Sollen durch eine bessere Kodierung die EMV-Eigenschaften weiter verbessert werden, so ist dies kaum möglich. Weiterhin sind eine Reihe von Sendern bzw. Empfängern auf dem Markt, die keine Kodierung der Daten vornehmen und daher nur sehr schlechte EMV-Eigenschaften besitzen.

Eine gewisse Verbesserung der EMV-Eigenschaften durch Aufweitung des Spektrums mittels Verwürflier (Scrambler) ist in der DE 43 40 330 A1 offenbart. Hier wird allerdings eine kontinuierliche Verwürfelung vorgeschlagen, welche gerade in Verbindung mit den bekannten Bausteinen zur Signalübertragung nur mit zusätzlichen hohem Aufwand realisierbar ist, da hier zu insbesondere spezielle Synchronisation Schaltungen, wie in der DE 34 03 650 C2 beschrieben, vorzusehen sind.

Weiterhin ist in der US 5,740,531 eine Vorrichtung beschrieben, welche in den Übertragungspausen Pseudo-

zufallsmuster überträgt, um die Qualität des Übertragungskanals zu ermitteln.

Darstellung der Erfindung

Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, eine Vorrichtung zur Modifikation von Signalen auf digitalen Übertragungsstrecken derart zu gestalten, dass diese beliebige Signale derart kodiert, so dass deren EMV-Eigenschaften wesentlich verbessert werden.

Die Aufgabe wird mit den in Anspruch 1 genannten Mitteln gelöst. Weitere Ausführungen der Erfindung sind Bestandteile der Unteransprüche.

Daher wird erfindungsgemäß in einer der Signale aussendenden Einheiten ein Pseudozufallsgenerator vorgesehen, dessen Pseudozufallswerte mit den auszusendenden Signalen in einer Verknüpfungseinheit verknüpft werden. Durch die Einbeziehung von Pseudozufallswerten, deren Signalspektrum im Idealfall einem weißen Rauschen ähnelt, können die Lücken zwischen den Spektrallinien des Nutzsignals ausgefüllt und gleichzeitig die spektrale Leistungsdichte verringert werden. Dies verbessert die EMV-Eigenschaften erheblich. Hier ist auch noch eine Verbesserung gegenüber den oben zitierten Kodierungsverfahren möglich, da längere Zufallssequenzen, auch über mehrere Datenpakete hinweg realisierbar sind. Die Verknüpfung mit den Zufallsdaten kann beispielsweise Wortweise vor einer Serialisierung des Daten-

stroms oder auch erst in einem seriellen Datenstrom vorgenommen werden.

Ein besonders kritischer Betriebszustand in vielen Übertragungssystemen, insbesondere in Computertomographen, ist der Ruhezustand. Hier erfolgt bei Computertomographen in Zeiten, in denen die Röntgenröhre abgeschaltet ist, keine Bild- und damit Datenübertragung. Dies ist in der Regel 90- bis 95% der Betriebsdauer. Entsprechend dem Stand der Technik werden hier regelmäßig Synchronisationsmuster übertragen. Dieses Muster hat einen konstanten Wert, d. h. es wird lange Zeit hintereinander immer die gleiche Bitsequenz ausgesendet. Dies ist unter dem Aspekt der Störunterdrückung äußerst negativ. Hier schafft die Aussendung von Zufallszahlen, welche mit einem einfachen Zufallsgenerator erzeugt werden können, Abhilfe. Da das Synchronisationsmuster ohnehin ungültige Werte enthält und ausschließlich zur Synchronisation der Hochgeschwindigkeitsdatenstrecke dient, spielen die übertragenen Informationen keinerlei Rolle. Somit kann durch eine einfache Neugestaltung des Senders, welche im Falle des Ruhezustandes an Stelle der Bild Daten eine Pseudozufallssequenz generiert, zu einer wesentlichen Verbesserung der EMV-Eigenschaften führen. In denjenigen Ausführungsformen der Erfindung, in denen ausschließlich ein Pseudozufallsgenerator in einer der Sendeeinheiten, nicht aber in einer der Empfangseinheiten eingesetzt wird, kann auch ein Zufallsgenerator, welche echte Zufallswerte erzeugt eingesetzt werden. Ein solcher Zufallsgenera-

tor kann im einfachsten Fall beispielsweise aus einem Rauschgenerator bestehen, welcher einen Komparator speist. Überschreitet das Rauschsignal zum Abtastzeitpunkt einen vorgegebenen Grenzwert, so wird beispielsweise das Signal logisch eins, im anderen Fall logisch null. Echte Rauschgeneratoren können immer dann eingesetzt werden, wenn eine Korrelation von Sende- und Empfangssignal mit einem Rauschsignal zur Rückgewinnung der Informationen nicht notwendig ist.

Eine besonders gute Spektralverteilung erhält man durch besonders lange Codesequenzen. Diese lassen sich in der Regel nicht durch die Aussendung einzelner kurzer Datenpakete realisieren. Daher wird eine Anordnung vorgeschlagen, welche den Datenstrom mit einer üblichen Kodierung, wie z. B. 4B/5B in ein rauschähnliches Signal mit sehr langer Wiederholdauer umsetzt. Erfindungsgemäß erfolgt die Umsetzung mittels eines Pseudozufallsgenerators, welcher eine deterministische Pseudozufallssequenz erzeugt und einer Verknüpfung dieser Bitsequenz mit dem Datenstrom. Eine solche Verknüpfung kann beispielsweise die Exklusiv-Oder (EXOR) Verknüpfung sein. Das Ausgangssignal hat nun die Sequenzlänge der Pseudozufallszahlensequenz und kann bei einer hohen Zufallszahlensequenz zu einer wesentlichen Reduzierung des Rauschens führen. Im Empfänger wird ein zweiter identischer Pseudozufallsgenerator eingesetzt, der die identische Sequenz erzeugt und diese wiederum mit dem übertragenen Signal der Datenstrecke verknüpft,

so dass das Originalsignal rekonstruiert werden kann. Auch hier ist eine Exklusiv-Oder Verknüpfung besonders einfach realisierbar. Der Bittakt des Pseudozufallszahlensignals muß synchron zum Bittakt der Datenstrecke sein. Er ist bevorzugt gleich groß, kann aber auch ein Vielfaches oder ein Bruchteil des entsprechenden Bittaktes darstellen. So wäre es z. B. denkbar, dass der Bittaktgenerator mit dem Worttakt der Übertragungseinrichtung getaktet wird, so dass er nur bei jedem Datenwort, das z. B. im Falle einer 4B/5B Kodierung aus fünf einzelnen Bits besteht, einen neuen Ausgangswert generiert. Bei dieser Ausgestaltung der Erfindung ist es unbedingt notwendig, Zufallsgeneratoren einzusetzen, welcher eine bekannte und damit vorhersehbare Zahlensequenz erzeugen. Nur so ist eine Rekonstruktion der gesendeten Signale mit einem zweiten Zufallsgenerator gleicher Funktion möglich. Derartige Generatoren werden als Pseudozufallsgeneratoren bezeichnet, da sie keine echten, da vorhersagbaren, Zufallswerte erzeugen. Dennoch lassen sich mit solchen Pseudozufallsgeneratoren statistisch gute Gleichverteilungen und damit auch im Frequenzbereich des Signales breitbandige Signale erzeugen.

Besonders wichtig ist die Synchronisation der beiden Zufallsgeneratoren auf Sender- und Empfängerseite. In einem besonders einfachen Fall kann die Synchronisation über ein niederfrequentes Hilfssignal erfolgen. Dieses Signal kann über zusätzliche Übertragungswege, wie z. B. mechanische Schleifkontakte, übertragen werden. Damit die Anforderung an die Flankensteilheit

bzw. Zeitverschiebung dieses Signales nicht zu hoch werden, ist es sinnvoll, den Beginn einer neuen Sequenz auf den Beginn eines Datenwortes zu legen.

Eine weitere Möglichkeit zur Synchronisation oder beiden Generatoren besteht darin, dass über die Datenstrecke eine gewisse Zeit ein Ruhesignal übertragen wird. Dieses wird vom sendeseitigen Pseudozufallsgenerator moduliert. Der sekundärseitige Pseudozufallsgenerator beginnt nun so lange zu unterschiedlichen Startzeiten die Sequenz zu initialisieren, bis er das Ruhezustandssignal erkennen kann. Ab diesem Zeitpunkt laufen die beiden Pseudozufallsgeneratoren synchron. Um ein besonderes schnelles Synchronisieren zu ermöglichen, kann bei diesem Verfahren der senderseitige Pseudozufallsgenerator zuerst mit einer relativ kurzen Sequenz beginnen, welche z. B. der Länge eines Datenpaketes entspricht. Nach einer vorgegebenen Zeit schaltet er auf seine längere Standard-Sequenzlänge um. Dies kann vom empfängerseitigen Pseudozufallsgenerator durch eine Änderung des Bitmusters erkannt werden und von diesem auch zur Umschaltung auf die entsprechend längere Pseudozufallszahlensequenz benutzt werden.

Erfindungsgemäß wird ein Verfahren angegeben, bei dem ein erster, vom Sender erzeugter Datenstrom mit einem zweiten Zufalls-Datenstrom verknüpft wird. Dies bezieht sich selbstverständlich nicht nur auf einen kontinuierlichen Datenstrom, sondern auch auf eine Sequenz von Datenpaketen. Dabei kann es sich bei dem

Zufalls-Datenstrom um einen Strom aus echten Zufallsdaten oder auch nur aus Pseudo-Zufallsdaten handeln. Als Verknüpfungsfunktion wird vorzugsweise die exklusiv-oder-Funktion gewählt. Selbstverständlich sind auch andere Verknüpfungsfunktionen denkbar. Durch diese Verknüpfung mit einem Zufalls-Datenstrom werden die Lücken im Spektrum zwischen den einzelnen Spektrallinien des Datensignals aufgefüllt, was zu einer niedrigeren spektralen Leistungsdichte bei gleicher Sendeleistung führt. Eine entsprechende Verknüpfung zur Rekonstruktion der Originalsignale ist im Empfänger notwendig.

In einem weiteren Verfahren wird in den Pausen zwischen den Signalen eine Zufalls-Sequenz (Pseudo-Zufalls-Sequenz) eingefügt. Dadurch ergibt sich insbesondere bei Übertragungsstrecken, bei denen relativ lange Übertragungspausen bestehen, eine niedrige spektrale Leistungsdichte. Es kann hier auch in den Pausen durch die kontinuierliche Übertragung von Signalen die Synchronisation zwischen Sender und Empfänger aufrechterhalten werden.

Beschreibung der Zeichnungen

Die Erfindung wird nachstehend ohne Beschränkung des allgemeinen Erfindungsgedankens anhand von Ausführungsbeispielen unter Bezugnahme auf die Zeichnungen exemplarisch beschrieben.

Diese zeigen:

Fig. 1: erfindungsgemäße Anordnung

Fig. 2: Zeitdiagramm einer Anordnung bei der in den Pausen Zufallsdaten übertragen werden

Fig. 3: Zeitdiagramm von Nutzdaten, welche mittels Pseudozufallsdaten kopiert werden

Fig. 4: Ausgangssignalspektrum einer 200 MBaud PCM Übertragungsstrecke

Fig. 5: Ausgangssignalspektrum eines 8B/10B kodierten Signals

Fig. 6: Spektrum eines mittels einer Pseudozufallszahlensequenz kodierten Signales

In Fig. 1 ist beispielhaft eine erfindungsgemäße Anordnung mit jeweils einer Sende- und Empfangseinheit dargestellt. Das Gesamtsystem besteht aus einer ersten Einheit (1), welche mit einer zweiten Einheit (2) kommuniziert. Die Verbindung wird mittels einer Übertragungsstrecke (3) hergestellt. Zur Kommunikation enthält die erste Einheit (1) einen Datensender (4) und die zweite Einheit (2) einen Datenempfänger (5). Weiterhin ist in der ersten Einheit (1) ein Pseudozufallszahlengenerator oder Zufallsgenerator (6) enthalten, dessen Signale mit den Signalen des Datensenders verknüpft werden.

Für den Fall, dass beide Einheiten nur zu bestimmten Zeiten Nutzdaten austauschen und die Zeiten zwischen den Nutzdatenpaketen mit Zufallsdaten gefüllt werden sind weitere Komponenten notwendig. Damit hier die Zufallsdaten vom Datenempfänger (5) nicht als Nutzdaten missinterpretiert werden, sind gewisse Vorkehrun-

gen zu treffen. So kann beispielsweise die Anzahl der zu übertragenden Datenpakete an Pseudozufallsdaten festgelegt sein oder in einem speziellen Datenpaket vom Datensender an den Datenempfänger übermittelt werden. Weiterhin kann durch eine optionale Signalisierungsleitung (7) ein Informationsaustausch zwischen dem Datensender und dem Datenempfänger erfolgen. So kann beispielsweise der Datensender mittels eines speziellen logischen Pegels auf dieser Leitung dem Datenempfänger das Vorhandensein von Nutzdaten bzw. Pseudozufallsdaten signalisieren. Wird dagegen die Kommunikation vom Datenempfänger gesteuert, so kann der mittels einer Signalisierungsleitung (7) vom Datensender Nutzdaten anfordern. Auch hier werden wieder für den Fall, dass keine Nutzdaten gesendet werden, Pseudozufallsdaten übertragen.

Fig. 2 zeigt beispielhaft im Zeitdiagramm aufgetragen entlang einer Zeitachse (t) das Aussenden von Nutzdaten bzw. Pseudozufallsdaten. Die Kurve (20) zeigt während der dickschraffierten Perioden das Senden von Nutzdaten. In den dazwischen liegenden Pausen wie in der Kurve (21) dargestellt, werden vom Pseudozufallszahlengenerator Pseudozufallszahlen generiert und mittels des Datensenders ausgesendet.

Fig. 3 zeigt beispielhaft die Codierung bzw. Decodierung von Daten mit Hilfe eines Pseudozufallssignals. Dabei zeigt die Kurve (31) den Originaldatenstrom, wie er von dem Datensender erzeugt wird. In der Kurve (32) ist eine Pseudozufallssequenz des ersten Pseudo-

zufallsgenerators dargestellt. Die Kurve (33) zeigt schließlich das Ausgangssignal, welches über die Datenstrecke übertragen wird. Dieses Ausgangssignal entsteht hier beispielsweise durch eine Exklusiv-Oder Verknüpfung der Signale (31) und (32). Das Eingangssignal der zweiten beweglichen Einheit (34) entspricht dem ausgesendeten Signal (33). Mittels eines zweiten Pseudozufallssignals (35) von einem zweiten Pseudozufallsgenerator kann das Originaldatensignal (36) wiederhergestellt werden. Auch in diesem Fall erfolgt beispielhaft wieder eine Exklusiv-Oder Verknüpfung.

Fig. 4 zeigt beispielhaft ein typisches Ausgangssignalspektrum einer 200 MBaud PCM Übertragungsstrecke bei der Übertragung eines 1 0 1 0 Signals. Hier ist der Frequenzbereich von 0 - 1 GHz mit einer Teilung von 100 MHz auf der waagrechten Frequenzachse aufgetragen. Die maximale Signalamplitude in diesem Beispiel beträgt -14,7 dBm.

Die Signalamplitude an der obersten waagerechte Linie (Begrenzung des Diagramms) beträgt 0 dBm. Pro Einheit nimmt die Amplitude um 10 dB nach unten ab.

Fig. 5 zeigt ein typisches Ausgangssignalspektrum eines PCM Signals, welches 8B/10B codiert ist, wiederum im Frequenzbereich von 0 - 1 GHz. Wie hier deutlich erkennbar ist, bestehen im Vergleich zu dem Signal aus Figur 4 eine wesentlich höhere Anzahl von schmalbandigen Spektralanteilen. Durch diese Aufteilung auf mehrere Spektrallinien wird die Amplitude

der einzelnen Spektrallinien abgesenkt. So ist von diesem Signal nun die maximale Amplitude bei einem Pegel von -20,6 dBm. Dies entspricht gegenüber dem Signal aus Figur 4 einer Verbesserung von nahezu 6 dB.

In diesem Diagramm ist der Frequenzbereich von 0 - 1 GHz mit einer Teilung von 100 MHz auf der waagrechten Frequenzachse aufgetragen. Die Signalamplitude an der obersten waagerechte Linie (Begrenzung des Diagramms) beträgt 0 dBm. Pro Einheit nimmt die Amplitude um 10 dB nach unten ab.

Fig. 6 zeigt nun beispielhaft das Spektrum eines 200 MBaud PCM Signals, welches mittels einer Pseudozufallszahlensequenz codiert wurde. Auch hier ist das Spektrum wieder im Frequenzbereich von 0 - 1 GHz dargestellt. Durch die Pseudozufallszahlensequenz entstehen nun so viele einzelne Spektrallinien, dass diese in der Darstellung als solche nicht mehr erkennbar sind und zu einer nahezu geschlossenen Kühlkurve verschmelzen. Die höchste gemessene Signalamplitude liegt hier bei -32,5 dBm. Dies entspricht einer Verbesserung gegenüber dem herkömmlichen 8B/10B codierten Signal von ca. 12 dB und gegenüber einem uncodierten Signal, wie es in Figur 4 dargestellt ist, einer Verbesserung von 18 dB.

In diesem Diagramm ist der Frequenzbereich von 0 - 1 GHz mit einer Teilung von 100 MHz auf der waagrechten Frequenzachse aufgetragen. Die Signalamplitude an der obersten waagerechte Linie (Begrenzung des Diagramms)

beträgt 0 dBm. Pro Einheit nimmt die Amplitude um 10 dB nach unten ab.

P A T E N T A N S P R Ü C H E

1. Anordnung zur Übertragung digitaler Signale zwischen einem Datensender und einem Datenempfänger, welche mittels einer Übertragungsstrecke miteinander verbunden sind, und
 - ein Pseudozufallsgenerators oder Zufallsgenerator zur Erzeugung von Pseudozufalls- oder Zufallswerten, sowie
 - eine Verknüpfungseinheit zu Verknüpfung der Signale des Datensenders mit den Pseudozufalls- oder Zufallswerten vorgesehen ist,dadurch gekennzeichnet, dass eine Steuereinheit vorhanden ist, welche die Verknüpfungseinheit derart steuert, dass in den Pausen zwischen den Intervallen zur Übertragung der Nutzdaten Pseudozufallsdaten bzw. Zufallsdaten übertragen werden.
2. Anordnung nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass eine zusätzliche Signalisierungsverbindung zwischen dem Datensender und dem Datenempfänger vorhanden ist, mittels derer der Datensender dem Datenempfänger das Vorhandensein von Nutzdaten bzw. Pseudozufallsdaten oder Zufallsdaten signalisiert.

3. Anordnung nach einem der vorhergehenden Ansprüche,
dadurch gekennzeichnet, dass
der Datenempfänger eine Signalisierungseinrich-
tung besitzt, mit Hilfe deren er vom Datensen-
der Nutzdaten anfordert und der Datensender
entsprechend diesem Signal Nutzdaten bzw. Pseu-
dozufallsdaten oder Zufallsdaten sendet.
4. Anordnung nach einem der vorhergehenden Ansprüche,
dadurch gekennzeichnet, dass
die Verknüpfungseinheit im Datensender derart
gestaltet ist, dass sie kontinuierlich die zu
übertragenden Nutzsignale mit den Signalen des
Pseudozufallsgenerators verknüpft und dass wei-
terhin im Datenempfänger eine weitere Verknüp-
fungseinheit vorgesehen ist, welche die empfan-
genen Signale ebenfalls mit Pseudozufallsdaten
verknüpft.
5. Anordnung nach einem der vorhergehenden Ansprüche,
dadurch gekennzeichnet, dass
eine zusätzliche Übertragungsstrecke zur Über-
tragung der Pseudozufallsdaten vorhanden ist,
so dass auf der Seite des Datenempfängers das
die Verknüpfung mit den Pseudozufallsdaten syn-
chron zur Verknüpfung mit den Pseudozufallsda-
ten auf der Seite des Datensenders erfolgen

kann.

6. Anordnung nach einem der vorhergehenden Ansprüche,
dadurch gekennzeichnet, dass
in dem Datenempfänger ein zweiter Pseudozufallsgenerator enthalten ist, welcher Pseudozufallszahlen der gleichen Sequenz wie der Pseudozufallsgenerator in dem Datensender generiert.
7. Anordnung nach einem der vorhergehenden Ansprüche,
dadurch gekennzeichnet, dass
eine zusätzliche Übertragungsstrecke zur Synchronisation des Pseudozufallsgenerators des Datensenders und des Pseudozufallsgenerators des Datenempfängers vorhanden ist.
8. Anordnung nach einem der vorhergehenden Ansprüche,
dadurch gekennzeichnet, dass
jeweils in dem Datensender und in dem Datenempfänger eine Einheit zur Synchronisation der Pseudozufallsgeneratoren vorhanden ist.

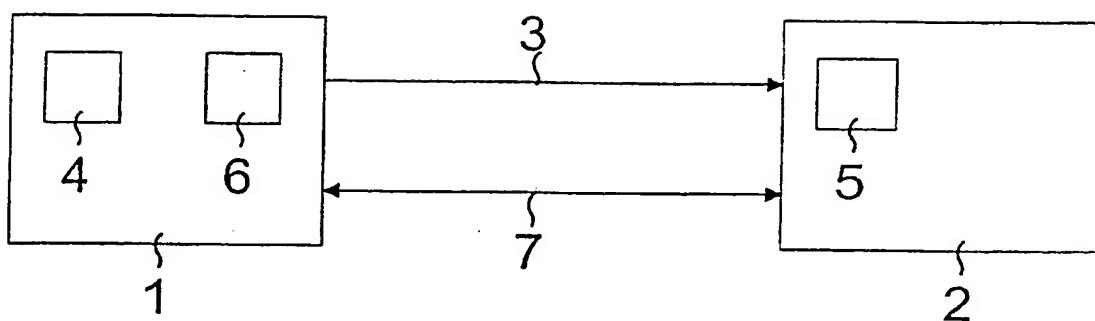
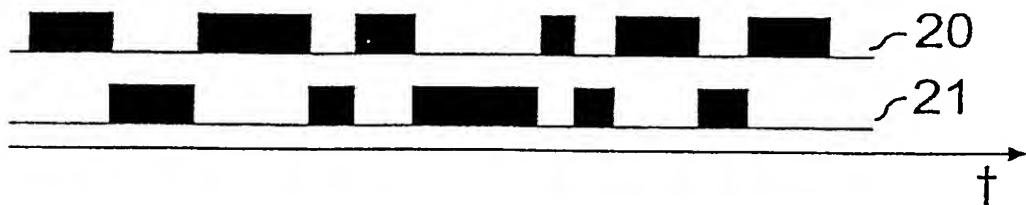
9. Anordnung nach Anspruch 8,
dadurch gekennzeichnet, dass
die Einheit zur Synchronisation der Pseudozufallsgeneratoren auf der Seite des Datensenders
derart gestaltet ist, dass zu Beginn einer jeden Signalübertragung eine Synchronisationssequenz gestartet wird, welche eine Synchronisation der Pseudozufallsgeneratoren im Datensender und Datenempfänger ermöglicht.
10. Anordnung nach Anspruch 9,
dadurch gekennzeichnet, dass
in der Synchronisationssequenz der Datensender
zur Aussendung ein vorher festgelegten Bit-Musters ausgesendet wird, welches dann durch
den Pseudozufallsgenerator mit nachgeschalteter
Verknüpfungseinheit im Datensender verknüpft
wird und im Datenempfänger eine Steuereinheit
derart ausgelegt ist, dass sie zu verschiedenen
Zeitpunkten eine Synchronisation des empfänger-
seitigen Pseudozufallsgenerators mit den emp-
fangenen Daten vornimmt, bis das bekannte vor-
gegebene Sendemuster als Ergebnis der Verknüp-
fung auftritt.
11. Anordnung nach Anspruch 10,
dadurch gekennzeichnet, dass
zu einer vereinfachten Synchronisation zwischen
Datensender und Datenempfänger zuerst eine kur-
ze Pseudozufallssequenz verwendet wird und nach
einer vorgegebenen Zeit bzw. nach einer Syn-

chronisation auf diese Zufallssequenz auf eine längere Pseudozufallssequenz umgeschaltet wird.

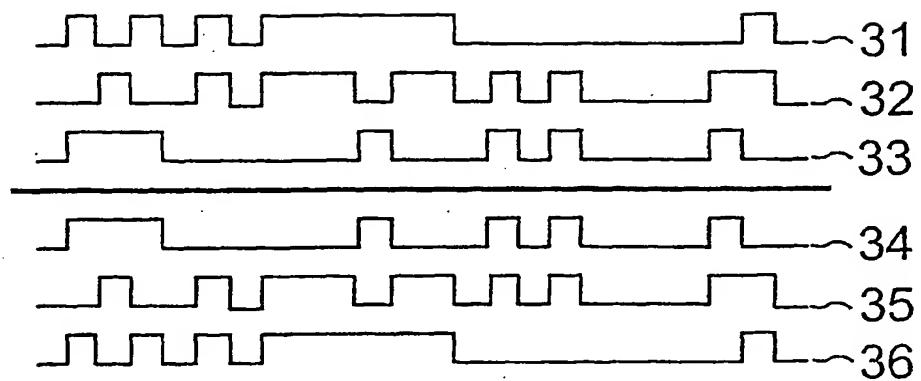
12. Verfahren zur Übertragung digitaler Signale zwischen mehreren Einheiten, wobei mindestens eine erste Einheit einen Datensender und mindestens eine zweite Einheit einen Datenempfänger enthält und mindestens eine der ersten Einheiten mittels mindestens einer Übertragungsstrecke zu einer der zweiten Einheiten verbunden ist,

dadurch gekennzeichnet, dass zwischen Nutzdaten echte bzw. Pseudo-Zufallsdaten eingefügt werden, so dass sich im Spektrum des zu übertragenden Signals die Abstände zwischen den Spektrallinien wesentlich verringern, wobei die Amplituden der Spektrallinien absinken ohne dass sich jedoch die gesamte zur Übertragung benötigte Bandbreite wesentlich erhöht.

THIS PAGE BLANK (USPTO)

Fig. 1:**Fig. 2:**

THIS PAGE BLANK (USPTO)

Fig. 3**Fig. 4:**

THIS PAGE BLANK (USPTO)

Fig. 5:

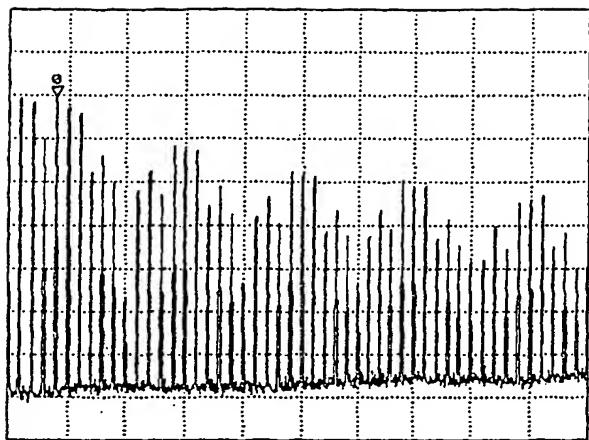
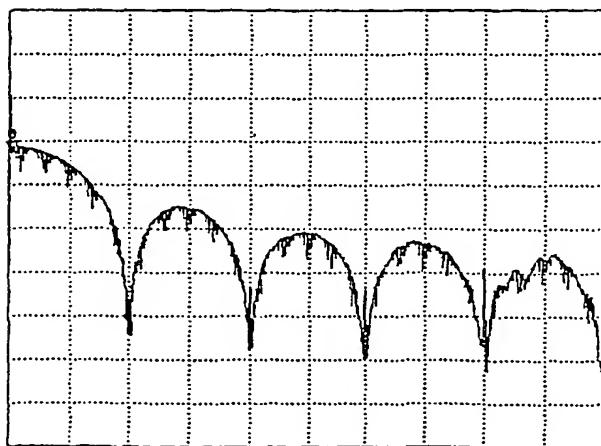


Fig. 6:



THIS PAGE BLANK (USPTO)